



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **08305397 A**(43) Date of publication of application: **22.11.96**

(51) Int. Cl

G10L 9/14(21) Application number: **07114752**(22) Date of filing: **12.05.95**(71) Applicant: **MITSUBISHI ELECTRIC CORP**(72) Inventor: **TAZAKI HIROHISA**(54) **VOICE PROCESSING FILTER AND VOICE SYNTHESIZING DEVICE**

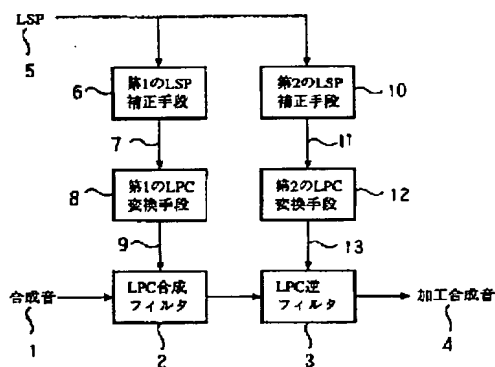
can be obtained.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO

(57) Abstract:

PURPOSE: To obtain good formant emphasized effect within a range of allowable spectrum gradient by calculating correction LSP(line spectrum pair) based on LSP of a voice signal and outputting it.

CONSTITUTION: A first LSP correction means 6 obtains an interior division value of LSP 5 and the prescribed LSP, and outputs obtained LSP to a first LPC(line predictive coding) conversion means 8 as a first correction LSP 7. A second LSP correction means 10 obtains an interior division value of LSP 5 and the prescribed LSP same as the first LSP correction means 6, and outputs obtained LSP to a second LPC conversion means 12 as a second correction LSP 11. Since this device is constituted so that formant emphasizing processing is performed using correction LSP obtained by performing correction for LSP of a voice signal, good formant emphasized effect in which guarantee for stability at the time of correction is easily performed, the degree of freedom for correction is high, and which is good within a range of allowable spectrum gradient



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-305397

(43) 公開日 平成8年(1996)11月22日

(51) Int.Cl.⁶

G 1 0 L 9/14

識別記号

庁内整理番号

F I

G 1 0 L 9/14

技術表示箇所

H
L

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号

特願平7-114752

(22) 出願日

平成7年(1995)5月12日

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 田崎 裕久

鎌倉市大船五丁目1番1号 三菱電機株式

会社情報システム研究所内

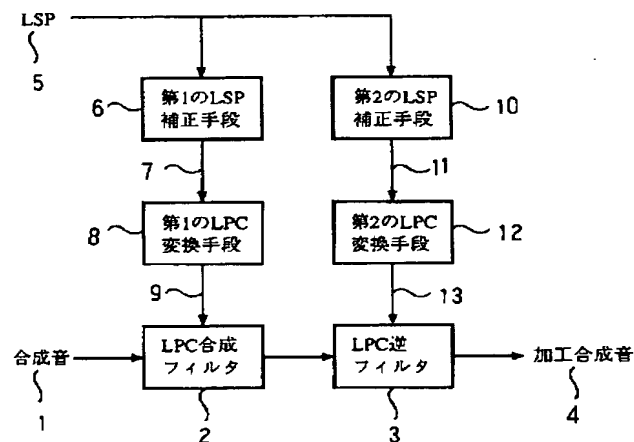
(74) 代理人 弁理士 宮田 金雄 (外3名)

(54) 【発明の名称】 音声加工フィルタ及び音声合成装置

(57) 【要約】

【目的】 合成音の量子化雑音を聴感的に抑圧したり、了解性等を改善するために用いられる音声加工フィルタの特性の自由度を高めることができるとともに、許容されるスペクトル傾斜の範囲内で、知覚レベルの歪を生じることなく、良好なホルマント強調効果を得ることができる音声加工フィルタを提供する。また、このような音声加工フィルタを用いた音声合成装置を提供する。

【構成】 音声信号のLSP、PARCOR、対数断面積比の何れかを補正する補正手段を備え、補正されたパラメータを用いて強調処理を行うようにした。LSPの補正処理には、所定のLSPとの内分値を求める処理、隣接次元間の距離が所定値未満の部分を広げる処理を用いた。PARCORと対数断面積比の補正処理には、各次数毎の乗算処理を用いた。また、音声合成装置の後処理フィルタとして、この音声加工フィルタを用いるようにした。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 音声信号の LSP を用いて前記音声信号のホルマント特徴を適応的に強調する音声加工フィルタであって、前記音声信号の LSP に基づいて補正 LSP を算出して出力する LSP 補正手段を備え、該補正 LSP を用いて強調処理を行うことを特徴とする音声加工フィルタ。

【請求項 2】 前記 LSP 補正手段は、前記音声信号の LSP 若しくは前記音声信号の LSP に基づいて算出された LSP と、所定の LSP との内分値を求める処理を含むことを特徴とする請求項 1 記載の音声加工フィルタ。

【請求項 3】 前記 LSP 補正手段は、前記音声信号の LSP 若しくは前記音声信号の LSP に基づいて算出された LSP と、隣接次元間の距離が所定値未満の部分を広げる処理を含むことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 2 記載の音声加工フィルタ。

【請求項 4】 音声信号の PARCOR を用いて前記音声信号のホルマント特徴を適応的に強調する音声加工フィルタであって、前記音声信号の PARCOR に基づいて補正 PARCOR を算出して出力する PARCOR 補正手段を備え、該補正 PARCOR を用いて強調処理を行うことを特徴とする音声加工フィルタ。

【請求項 5】 前記 PARCOR 補正手段は、前記音声信号の PARCOR 若しくは前記音声信号の PARCOR に基づいて算出された PARCOR の各次数毎の乗算処理を含むことを特徴とする請求項 4 記載の音声加工フィルタ。

【請求項 6】 音声信号の対数断面積比を用いて前記音声信号のホルマント特徴を適応的に強調する音声加工フィルタであって、前記音声信号の対数断面積比に基づいて補正対数断面積比を算出して出力する対数断面積比補正手段を備え、該補正対数断面積比を用いて強調処理を行うことを特徴とする音声加工フィルタ。

【請求項 7】 前記対数断面積比補正手段は、前記音声信号の対数断面積比若しくは前記音声信号の対数断面積比に基づいて算出された対数断面比の各次数毎の乗算処理を含むことを特徴とする請求項 6 記載の音声加工フィルタ。

【請求項 8】 請求項 1 乃至 7 記載の音声加工フィルタを後処理フィルタとして有することを特徴とする音声合成装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、音声を少ない情報で符号化して伝送または蓄積し、これを復号化して合成音を生成した場合に生じる量子化雑音を聴感的に抑圧するために、音声符号化復号化システムの音声復号化装置や音声対話システムの音声合成装置等における後処理フィルタ（ポストフィルタ）として用いられる音声加工フィル

タに関するものである。また、音声の了解性等の所望の品質を改善するために音声強調フィルタとして用いられる音声加工フィルタに関するものである。更に、これらの音声加工フィルタを用いた音声合成装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 量子化雑音を抑圧したり、合成音のスペクトル特性を主観品質が良くなるように変形する音声加工フィルタには、様々なものが知られている。中でも、ホルマント特徴を強調することにより、大きく量子化雑音の抑圧や主観品質の改善が得られることから、このホルマント特徴の強調を行う種々の音声加工フィルタが検討されている。また、これらの種々の音声加工フィルタを後処理フィルタとして用いる音声合成装置が検討されている。

【0003】 従来、ホルマント特徴を強調する方法としては、例えば特開昭 64-13200 号公報、特表平 5-500573 号公報、特開平 2-82710 号公報、文献 1「伝送誤りを考慮した適応メルケプストラム音声符号化系」、日本音響学会、平成 6 年度春季研究発表会講演論文集、分冊 I、257 頁～258 頁、(1994-03)に開示されている方法が挙げられる。

【0004】 まず、特開昭 64-13200 号公報では、次の (1) 式で表されるホルマント特徴強調のための音声加工フィルタを、復号化されて得られた合成音に対して用いている。

【0005】

【数 1】

$$H(z) = A(z/\eta) / A(z/\nu) \quad (1)$$

【0006】 但し、(1) 式において補正係数の η と ν は、次の (2) 式で表すことができ、 $A(z)$ は、次の (3) 式で表すことができる。

【0007】

【数 2】

$$0 \leq \eta \leq \nu < 1 \quad (2)$$

【0008】

【数 3】

$$A(z) = \sum_{i=0}^p (a_i z^{-i}) \quad (3)$$

【0009】 ここで、 $1/A(z)$ は、音声の符号化情報に含まれて伝送された音声信号の LPC による LPC 合成フィルタを表している。

【0010】 この (1) 式における分母項は、合成音のスペクトルのホルマントを強調し、一方でスペクトルの谷を抑圧する。この強調と抑圧は、 ν を大きくする程強くなり、 ν を小さくする程弱くなる。分子項は、分母項によって導入されるスペクトル傾斜を打ち消すように作用する。

【0011】 次に、図 11 は (1) 式で表される従来の

3

音声加工フィルタの構成を示すブロック図である。図 11において、1001は音声加工フィルタに入力される合成音であり、1002はLPC合成フィルタであり、1003はLPC逆フィルタであり、1004は音声加工フィルタの出力となる加工合成音である。1005は第1の補正LPCであり、1006は第2の補正LPCであり、1007は音声信号のLPCであり、1008は第1のLPC補正手段であり、1009は第2のLPC補正手段である。

【0012】以下、図11を用いて従来の音声加工フィルタの動作について説明する。まず、音声復号装置等の音声合成手段から加工対象の合成音1001がLPC合*

$$a1_i = a_i \times \nu^i \quad (i=0, \dots, p) \quad (4)$$

【0014】同様に、第2のLPC補正手段1009は、LPC1007、即ちaに対して次の(5)式に示される乗算処理を行い、得られたa2を第2の補正LPC1006としてLPC逆フィルタ1003に出力す ※

$$a2_i = a_i \times \eta^i \quad (i=0, \dots, p) \quad (5)$$

【0016】LPC合成フィルタ1002は、第1の補正LPC1005をフィルタ係数としたLPC合成フィルタを用いて、合成音1001に対してフィルタリングを行い、得られた信号をLPC逆フィルタ1003に出力する。LPC逆フィルタ1003は、第2のLPC補正手段1009をフィルタ係数としたLPC逆フィルタを用いて、LPC合成フィルタ1002から入力された信号に対してフィルタリングを行い、得られた信号を加工合成音1004として出力する。

【0017】次に、図12は図11に示す音声加工フィルタの特性を説明する対数パワースペクトル図である。横軸が周波数であり、縦軸が対数パワーである。図12において、上から順に、LPC1007を用いた合成フィルタの対数パワースペクトルA、LPC合成フィルタ1002の対数パワースペクトルB、LPC逆フィルタ1003の逆特性の対数パワースペクトルC、LPC合成フィルタ1002とLPC逆フィルタ1003を合わせた特性の対数パワースペクトルDである。式で表せば、各々 $1/A(z)$ 、 $1/A(z/\nu)$ 、 $1/A(z/\eta)$ 、 $A(z/\eta)/A(z/\nu)$ の対数パワースペクトルであり、一番下のLPC合成フィルタ1002とLPC逆フィルタ1003を合わせた特性の対数パワースペクトルDが音声加工フィルタの全体特性を示している。なお、 ν と η の値は、代表的に用いられている0.8と0.5を用いた。この図12から、LPC合成フィルタ1002((1)式の分母項)が合成音のスペクト

4

*成フィルタ1002に入力される。また、この音声合成手段内で合成処理に用いられたLPCがLPC1007として第1のLPC補正手段1008と第2のLPC補正手段1009に入力される。ここで、LPC1007は、(3)式のaに該当する。第1のLPC補正手段1008、LPC1007、即ちaに対して次の(4)式に示される乗算処理を行い、得られたa1を第1の補正LPC1005としてLPC合成フィルタ1002に出力する。

【0013】

【数4】

※る。

【0015】

【数5】

ルのホルマントを強調し、スペクトルの谷を抑圧していることが判る。また、LPC逆フィルタ1003

((1)式の分子項)がLPC合成フィルタ1002によって導入されるスペクトル傾斜を打ち消すように作用していることが判る。

【0018】次に、特表平5-500573号公報は、特開昭64-13200号公報での(1)式の分子項の特性の改良を図ったものであり、(1)式の分母項の係数を一旦自己相関係数に変換し、自己相関係数に対するスペクトル平滑化処理を行った後、再びLPCに変換して、分子項の係数として用いるようにしたものである。この様に構成することで、上記特開昭64-13200号公報の場合よりもスペクトル傾斜の打ち消し効果をより強く作用させることができる。以下、具体的に図面を用いて説明する。

【0019】図13は特表平5-500573号公報に開示されている従来の音声加工フィルタの構成を示すブロック図である。図13において、図11と同一符号は、同一または相当部分を示し、1106は自己相関係数変換手段であり、1107は自己相関係数であり、1108は自己相関係数補正手段であり、1109は補正自己相関係数であり、1110はLPC変換手段である。

【0020】以下、図13を用いて従来の音声加工フィルタの動作について説明する。自己相関係数変換手段1106は、第1のLPC補正手段1008が出力した第

1の補正LPC1005を自己相関領域に変換し、自己相関係数1107として出力する。自己相関係数補正手段1108は、自己相関係数1107に対して、自己相関領域での帯域幅拡張処理を適用し、得られた補正自己相関係数1109を出力する。LPC変換手段1110は、補正自己相関係数1109に対して、レビンソンの帰納法を適用してLPC領域に変換し、得られたLPCを第2の補正LPC1006としてLPC逆フィルタ1003に出力する。なお、特表平5-500573号公報では、自己相関係数変換手段1106への入力パラメータとして、第1のLPC補正手段1102とは別に設けたLPC補正手段を用いてLPC1007を補正したものを用いる構成も開示されている。

【0021】次に、図14はこの図13に示す音声加工フィルタの特性を説明する対数パワースペクトル図である。図14において、上から順に、LPC1007を用いた合成フィルタの対数パワースペクトルA、LPC合成フィルタ1002の対数パワースペクトルB、LPC逆フィルタ1003の逆特性の対数パワースペクトルC、LPC合成フィルタ1002とLPC逆フィルタ1003を合わせた特性の対数パワースペクトルDであり、一番下のLPC合成フィルタ1002とLPC逆フィルタ1003を合わせた特性の対数パワースペクトルDが音声加工フィルタの全体特性を示している。なお、 ρ の値は、代表的な値である0.8を用い、自己相関係数補正手段1108における帯域幅拡張処理としては、やはり代表的に用いられる1200Hzのラグ窓処理を用いた。この図14から、図12の場合に比べ、LPC逆フィルタ1003（(1)式の分子項）がLPC合成フィルタ1002によって導入されるスペクトル傾斜をより良好に打ち消すことができることが判る。

【0022】次に、特開平2-82710号公報に開示されているホルマント強調フィルタも、特表平5-500573号公報と同様、特開昭64-13200号公報での(1)式の分子項の特性の改良を図ったものであり、自己相関係数上でフィルタ次数を低減し、これをLPCに変換した後に、分母項と同じ(4)式を用いた補正を行って、分子項の係数を算出するようにしたものである。このように構成することで、音声加工フィルタによる明瞭度や自然性の劣化を防止することができる。以下、具体的に図面を用いて説明する。

【0023】図15は特開平2-82710号公報に開示されている従来の音声加工フィルタの構成を示すブロック図である。図15において、図11と同一符号は同一または相当部分を示し、1111は自己相関係数であり、1112は第1のLPC変換手段であり、1113は第1のLPCであり、1114は第2のLPC変換手段であり、1115は第2のLPCである。

【0024】以下、図15を用いて従来の音声加工フィルタの動作について説明する。まず、自己相関係数11

11(p次)が第1のLPC変換手段1112に入力される。また、自己相関係数1111の中の低次(m次、但し $m < p$)係数が第2のLPC変換手段1114に入力される。ここで、自己相関係数1111は、加工対象の合成音を分析して算出してもいいし、符号化して伝送されたスペクトル情報から算出してもよい。第1のLPC変換手段1112は、自己相関係数1111(p次)をLPC領域に変換し、得られたLPCを第1のLPC1113として第1のLPC補正手段1008に出力する。第2のLPC変換手段1114は、自己相関係数1111(m次)をLPC領域に変換し、得られたLPCを第2のLPC1115として第2のLPC補正手段1009に出力する。

【0025】次に、図16は図15に示す音声加工フィルタの特性を説明する対数パワースペクトル図である。図16において、上から順に、LPC1007を用いた合成フィルタの対数パワースペクトルA、LPC合成フィルタ1002の対数パワースペクトルB、LPC逆フィルタ1003の逆特性の対数パワースペクトルC、LPC合成フィルタ1002とLPC逆フィルタ1003を合わせた特性の対数パワースペクトルDであり、一番下のLPC合成フィルタ1002とLPC逆フィルタ1003を合わせた特性の対数パワースペクトルDが音声加工フィルタの全体特性を示している。なお、 ρ , m , ν , η には、図15の構成における代表的な値である10, 4, 0.95, 0.95を用いた。この図16から、図12の場合に比べ、スペクトルの山谷構造の強調が強く、スペクトル傾斜もより平坦になっていることが判る。

【0026】次に、文献1は、接続対象の音声復号化装置のスペクトル情報が対数スペクトルの直交変換によって算出されるメルケプストラムである場合に好適な音声加工フィルタを開示したものである。ここでの音声加工フィルタは、そのメルケプストラムを補正したものをフィルタ係数とする1つのメル対数スペクトル近似(MLSA)フィルタで構成される。

【0027】メルケプストラム等のケプストラム系のパラメータは、一般にLPC領域に変換すると、スペクトル形状に大きな歪を生じる。このため、メルケプストラムを用いる音声復号化装置に前述のLPCフィルタを用いる音声加工フィルタを適用する場合には、合成音を再分析してLPCを算出することとなる。然るに、この様にして算出されたLPCでも、原音声进行分析して得られるLPCとの間には歪が生じ、あまり良好な音声加工特性が得られない。これに対し、文献1の方法を用いた場合は、この歪を生じないようにできるという利点がある。以下、具体的に図面を用いて説明する。

【0028】図17はこの文献1に開示されている従来の音声加工フィルタの構成を示すブロック図である。図17において、図11と同一符号は同一または相当部分

を示し、1116はメルケプストラムであり、1117はメルケプストラム補正手段であり、1118は補正メルケプストラムであり、1119はMLSAフィルタである。

【0029】以下、図17を用いて文献1に開示された従来の音声加工フィルタの動作について説明する。まず、メルケプストラム1116がメルケプストラム補正手段1117に入力される。メルケプストラム補正手段1117は、このメルケプストラム1116の1次成分を0に置換し、その他の成分を β 倍し、得られた補正メルケプストラム1118をMLSAフィルタ1119に出力する。MLSAフィルタ1119は、合成音1001に対して、補正メルケプストラム1118を用いてフィルタリングを行い、得られた信号を加工合成音1004として出力する。

【0030】

【発明が解決しようとする課題】上記した従来の音声加工フィルタには、以下に述べる課題がある。上記した特開昭64-13200号公報で報告された音声加工フィルタでは、LPC合成フィルタ1002によって付与されるスペクトル傾斜をLPC逆フィルタ1003によって打ち消そうとしているが、その打ち消し効果は十分でなく、音声加工フィルタがスペクトル傾斜特性を持ってしまう。これは、図12のLPC合成フィルタ1002とLPC逆フィルタ1003を合わせた特性の対数パワースペクトルDの特性からも明かである。この様に、音声加工フィルタがスペクトル傾斜特性を持ってしまうため、加工合成音のブライトネスが低下するという課題がある。更に、このスペクトル傾斜が時間とともに変化するため、固定的な高域スペクトル強調処理では解消することができず、時間とともにブライトネスが変化するという課題がある。このように、特開昭64-13200号公報がこれらの問題を有していることについては、特表平5-500573号公報と特開平2-82710号公報の中でも指摘されている。また、上記問題の影響があまり大きくならない範囲で γ と η を変化させると、音声加工フィルタの特性を大きく変えることができないため、自由度が低くなるという課題がある。

【0031】上記した特表平5-500573号公報で報告された音声加工フィルタでは、自己相関係数領域での帯域幅拡張によるスペクトル平滑化処理を行うことにより、LPC逆フィルタ1003におけるスペクトル傾斜の打ち消し効果の改善を図っているが、ここで用いるような非常に強い自己相関係数領域のスペクトル平滑化処理を行うと、強いホルマントの近傍のスペクトルを大きく歪ませるため、この音声加工フィルタによって得られる加工合成音が、しばしば独特の歪音を伴うという課題がある。これは、音声符号化方式にも依存するが、特開昭64-13200号公報による加工合成音よりも品質が劣化する場合がある。また、この加工合成音の歪音は、

LPC合成フィルタ1002のホルマント強調効果を大きくする程大きくなるため、図14の条件以上に大きく設定することができない。図14のグラフをプロットした時の設定した条件の係数を調整することで、最終的な音声加工フィルタの対数パワースペクトルの山谷を変化させることができるが、この音声加工フィルタの特性を今以上に強くなるように調整すると、歪音が大きくなってくため、前述の如く、図14の条件以上に大きく設定することができない。このため、限られた範囲で γ とラグ窓周波数を変化させる限り、音声加工フィルタの特性を大きく変えることはできないので、自由度が低くなるという課題がある

【0032】上記した特開平2-82710号公報で報告された音声加工フィルタでは、フィルタ次数を低減する方法を用いることにより、結果的にスペクトル傾斜の打ち消し効果を高め、特開昭64-13200号の問題であるブライトネス低下による了解性の劣化を軽減しているが、フィルタ次数の低減は、しばしばホルマント位置が大きく移動する複数のホルマントが1つにまとまる等の不安定なスペクトル変化を生じ、加工合成音に歪を生じるという課題がある。更に、このホルマントの移動が時間とともに起きたり起きなかったりするために、加工合成音の音色が不自然にふらふらと変化してしまうという課題がある。図16の上から2番目のLPC合成フィルタ1002の対数パワースペクトルBと3番目のLPC逆フィルタ1003の逆特性の対数パワースペクトルCの特性を比較すると、次数低減によって最も低い周波数のホルマントの移動と、真ん中の2つのホルマントが1つにまとまる現象とが現れている。また、次数という有限の整数値を制御変数としているので、特性の自由度が低くなるという課題がある。

【0033】上記した文献1で報告された音声加工フィルタでは、メルケプストラム1116をフィルタ係数とするMLSAフィルタ1119を用いることにより、接続対象の音声復号化装置のスペクトル情報がメルケプストラムである場合に良好な特性が得られ、また、メルケプストラムが様々な補正処理をしても、フィルタの安定性を保証することができるので、自由度の高い加工特性制御を行うことができるが、逆にケプストラム系以外のスペクトル情報を用いて合成を行う音声復号化装置への接続特性が悪くなるという課題がある。例えば音声復号化装置がLPCを用いている場合は、LPCをメルケプストラムに変換すると、スペクトル形状に大きな歪を生じるため、合成音を再分析してメルケプストラムを算出することとなる。しかしながら、この様にして算出されたメルケプストラムでも、原音声进行分析して得られる値との間には歪が生じ、それ程良好な音声加工特性が得られないという課題がある。一般に、音声の符号化復号化に多く用いられているスペクトル情報は、LPC、LSP、PARCORであるので、文献1に開示されている

音声加工フィルタでは、多くの音声復号化装置への接続特性が悪くなっている。また、上記した従来の各音声加工フィルタが有する問題は、そのまま上記した各音声加工フィルタを後処理フィルタとして用いる音声合成装置の問題となっている。

【0034】そこで、本発明は、許容されるスペクトル傾斜の範囲内で良好なホルマント強調効果を得ることができるとともに、ホルマント構造に知覚レベルの歪を生じることなく、良好なホルマント強調効果を得ることができ、しかも、従来と同等のホルマント強調効果を少ない構成手段で実現することができ、また、ブライトネスの制御、処理量の削減、了解性の改善等を選択的に行って自由度を高くすることができ、更に、LSP、PARCOR、対数断面積比をスペクトル情報として用いる音声符号化復号化システムに適用する場合に、スペクトルの再分析やパラメータ変換が不必要で良好な接続特性を得ることができる音声加工フィルタ及び音声合成装置を提供することを目的としている。

【0035】

【課題を解決するための手段】本発明に係る音声加工フィルタは、音声信号のLSPを用いて前記音声信号のホルマント特徴を適応的に強調する音声加工フィルタであって、前記音声信号のLSPに基づいて補正LSPを算出して出力するLSP補正手段を備え、該補正LSPを用いて強調処理を行うことを特徴とするものである。

【0036】本発明に係る音声加工フィルタは、前記LSP補正手段が、前記音声信号のLSP若しくは前記音声信号のLSPに基づいて算出されたLSPの、所定のLSPとの内分値を求める処理を含むことを特徴とするものである。

【0037】本発明に係る音声加工フィルタは、前記LSP補正手段が、前記音声信号のLSP若しくは前記音声信号のLSPに基づいて算出されたLSPと、隣接次元間の距離が所定値未満の部分を広げる処理を含むことを特徴とするものである。

【0038】本発明に係る音声加工フィルタは、音声信号のPARCORを用いて前記音声信号のホルマント特徴を適応的に強調する音声加工フィルタであって、前記音声信号のPARCORに基づいて補正PARCORを算出して出力するPARCOR補正手段を備え、該補正PARCORを用いて強調処理を行うことを特徴とするものである。

【0039】本発明に係る音声加工フィルタは、前記PARCOR補正手段が、前記音声信号のPARCOR若しくは前記音声信号のPARCORに基づいて算出されたPARCORの各次数毎の乗算処理を含むことを特徴とするものである。

【0040】本発明に係る音声加工フィルタは、音声信号の対数断面積比を用いて前記音声信号のホルマント特徴を適応的に強調する音声加工フィルタであって、前記

音声信号の対数断面積比に基づいて補正対数断面積比を算出して出力する対数断面積比補正手段を備え、該補正対数断面積比を用いて強調処理を行うことを特徴とするものである。

【0041】本発明に係る音声加工フィルタは、前記対数断面積比補正手段が、前記音声信号の対数断面積比若しくは前記音声信号の対数断面積比に基づいて算出された対数断面比の各次数毎の乗算処理を含むことを特徴とするものである。

10 【0042】本発明に係る音声合成装置は、請求項1乃至7記載の音声加工フィルタを後処理フィルタとして有することを特徴とするものである。

【0043】

【作用】本発明に係る音声加工フィルタでは、音声信号のLSPに対して補正を行って得られた補正LSPを用いて、ホルマント強調処理を行うように構成するため、補正の際の安定性の保証が容易で、補正の自由度が高く、許容されるスペクトル傾斜の範囲内で良好なホルマント強調効果を得ることができるとともに、ホルマント構造に知覚レベルの歪を生じることなく、良好なホルマント強調効果を得ることができる。しかも、補正の設定によっては、従来と同等のホルマント強調効果を、少ない構成要素で実現することができるとともに、LSPをスペクトル情報として用いる音声符号化復号化システムに適用する場合、スペクトルの再分析やパラメータ変換が不必要で良好な接続特性を得ることができる。

【0044】本発明に係る音声加工フィルタでは、音声信号のLSPに対する補正処理として、所定のLSPとの内分値を求める演算を行って得られた補正LSPを用いて、ホルマント強調処理を行うように構成するため、許容されるスペクトル傾斜の範囲内で良好なホルマント強調効果を得ることができるとともに、ホルマント構造に知覚レベルの歪を生じることなく、良好なホルマント強調効果を得ることができる。また、内分値処理の所定のLSPを制御することにより、音声加工フィルタの特性を望ましいものに調整することができるので、自由度を上げることができる。そして、この所定のLSPを設定することにより、音声加工フィルタの特性にほぼ固定の傾斜特性を付与することができるとともに、通常ホルマント強調処理に前後して行なわれる固定的な高域強調処理の特性をこの音声加工フィルタに含めてしまうことができ、しかも雑音スペクトル以外の音声スペクトルを若干強調することができるとともに、音声のスペクトルの変動分を強調することができるため、ブライトネスの制御、処理量の削減、了解性の改善等を選択的に行うことができる。更に、LSPをスペクトル情報として用いる音声符号化復号化システムに適用する場合、スペクトルの再分析やパラメータ変換が不必要で良好な接続特性を得ることができる。

50 【0045】本発明に係る音声加工フィルタでは、音声

信号のLSPに対する補正処理として、隣接次元間の距離が所定値未満の部分を広げる処理を行って得られた補正LSPを用いて、ホルマント強調処理を行うように構成するため、許容されるスペクトル傾斜の範囲内で良好なホルマント強調効果を得ることができるとともに、ホルマント構造に知覚レベルの歪を生じることなく、良好なホルマント強調効果を得ることができる。しかも、補正LSPのスペクトル傾斜を比較的平坦にすることができるため、従来と同等のホルマント強調効果を、少ない構成要素で実現することができるとともに、LSPをスペクトル情報として用いる音声符号化復号化システムに適用する場合、スペクトルの再分析やパラメータ変換が不必要で良好な接続特性を得ることができる。

【0046】本発明に係る音声加工フィルタでは、音声信号のPARCORに対して補正を行って得られた補正PARCORを用いて、ホルマント強調処理を行うように構成するため、補正の際の安定性の保証が容易で、補正の自由度が高く、許容されるスペクトル傾斜の範囲内で良好なホルマント強調効果を得ることができるとともに、ホルマント構造に知覚レベルの歪を生じることなく、良好なホルマント強調効果を得ることができる。しかも、PARCORをスペクトル情報として用いる音声符号化復号化システムに適用する場合、スペクトルの再分析やパラメータ変換が不必要で良好な接続特性を得ることができる。

【0047】本発明に係る音声加工フィルタでは、音声信号のPARCORに対する補正処理として、各次数毎の乗算を行って得られた補正PARCORを用いて、ホルマント強調処理を行うように構成するため、補正の際の安定性の保証が容易で、補正の自由度が高く、許容されるスペクトル傾斜の範囲内で良好なホルマント強調効果を得ることができるとともに、ホルマント構造に知覚レベルの歪を生じることなく、良好なホルマント強調効果を得ることができる。しかも、PARCORをスペクトル情報として用いる音声符号化復号化システムに適用する場合、スペクトルの再分析やパラメータ変換が不必要で良好な接続特性を得ることができる。

【0048】本発明に係る音声加工フィルタでは、音声信号の対数断面積比に対して補正を行って得られた補正対数断面積比を用いて、ホルマント強調処理を行うように構成するため、補正による不安定化がなく、補正の自由度が高く、許容されるスペクトル傾斜の範囲内で良好なホルマント強調効果を得ることができるとともに、ホルマント構造に知覚レベルの歪を生じることなく、良好なホルマント強調効果を得ることができる。しかも、対数断面積比をスペクトル情報として用いる音声符号化復号化システムに適用する場合、スペクトルの再分析やパラメータ変換が不必要で良好な接続特性を得ることができる。

【0049】本発明に係る音声加工フィルタでは、音声

信号の対数断面積比に対する補正処理として、各次数毎の乗算を行って得られた補正対数断面積比を用いてホルマント強調処理を行うように構成するため、補正による不安定化がなく、補正の自由度が高く、許容されるスペクトル傾斜の範囲内で良好なホルマント強調効果を得ることができるとともに、ホルマント構造に知覚レベルの歪を生じることなく、良好なホルマント強調効果を得ることができる。しかも、対数断面積比をスペクトル情報として用いる音声符号化復号化システムに適用する場合、スペクトルの再分析やパラメータ変換が不必要で良好な接続特性を得ることができる。

【0050】本発明に係る音声合成装置では、上記した各々の音声加工フィルタを用いて、合成音声のホルマント強調処理を行うように構成するため、上記した各々の音声加工フィルタの作用効果のうち、所望の作用効果を有する音声合成を実現することができる。

【0051】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面を参照して説明する。

実施例1. 図1は本発明に係る実施例1の音声加工フィルタの構成を示すブロック図である。図1において、1～4は各々合成音、LPC合成フィルタ、LPC逆フィルタ、加工合成音であり、5～8は各々LSP(LINE SPECTRUM PAIR;線スペクトル対)、第1のLSP補正手段、第1の補正LSP、第1のLPC変換手段であり、9～13は各々第1の補正LPC、第2のLSP補正手段、第2の補正LSP、第2のLPC変換手段、第2の補正LPCである。ここで、本実施例の音声加工フィルタを式で表すと、

【0052】

【数6】

$$H(z) = A2(z) / A1(z) \quad (6)$$

【0053】となる。但し、(6)式において、 $1/A1(z)$ は、図1におけるLPC合成フィルタ2、 $A2(z)$ は、図1におけるLPC逆フィルタ3と対応している。

【0054】以下、図1を用いて実施例の音声加工フィルタの動作について説明する。まず、LSP5が第1のLSP補正手段6と第2のLSP補正手段10に各々入力される。ここで、LSP5としては、加工対象の合成音1を出力する音声復号化装置等の音声合成手段から、音声合成手段内で用いられたLSPをそのまま入力する場合、音声合成手段内で用いられた他のスペクトルパラメータをLSPに変換して入力する場合、合成音1を再分析してLSPを算出しこれを入力する場合等の様々なものが挙げられる。

【0055】第1のLSP補正手段6は、次の(7)式を用いて、LSP5と所定のLSPとの内分値を求め、得られたLSPを第1の補正LSP7として第1のLPC変換手段8に対して出力する。この(7)式がLSP

5と所定のLSPとの内分値を求める定義式である。

*【数7】

【0056】

$$\omega_{h1} = \omega_i \times (1-\nu) + \omega_f \times \nu \quad (i=1, \dots, p) \quad (7)$$

【0057】但し、(7)式において、 ω はLSP5、 ω_f は所定のLSP、 ω_{h1} は、第1の補正LSP7を表している。ここで、所定のLSPには、次の(8)式に示す平坦スペクトルを表すLSP、固定傾斜スペクトルを表すLSP、平均雑音スペクトルを表すLSP若し※

$$\omega_f = \pi \times i/(p+1)$$

$$(i=1, \dots, p) \quad (8)$$

【0059】次に、図2は(8)式の平坦スペクトルを表すLSPを所定のLSPとした場合に(7)式によって算出される第1の補正LSP7を説明する説明図である。図2において、上から順に、LSP5、第1の補正LSP7、所定のLSPの各次数の値を各々0〜 π の数直線上にプロットしたものである。LSP5と所定のLSPの値を各次数毎に直線で結び、 ν によって内分される位置の横直線との交点が第1の補正LSP7となる。そして、第1のLPC変換手段8は、第1の補正LSP7をLPC領域に変換し、得られたLPCを第1の補正★

$$\omega_{h2} = \omega_i \times (1-\eta) + \omega_f \times \eta \quad (i=1, \dots, p) \quad (9)$$

【0062】但し、 ω_{h2} は第2の補正LSP11を表し、補正係数の ν と η は、次の(10)式で表すことができる。

【0063】

【数10】

$$0 \leq \nu \leq \eta < 1 \quad (10)$$

【0064】そして、第2のLPC変換手段12は、第2の補正LSP11をLPC領域に変換し、得られたLPCを第2の補正LPC13としてLPC逆フィルタ3に対して出力する。なお、(7)式と(9)式で所定のLSP(各(7)、(9)式中の ω_f)を異なる値に設定しても構わないし、LSP上でホルマントを鈍らせる(後述する図3のホルマントのピークを小さくしていく)効果を有する処理であれば、本発明はこれのみに限定されるものではなく、上記の内分値処理を行う構成に限るものではない。

【0065】前述した従来のLPCで補正を行なった場合と自己相関関数で補正を行なった場合は、次数毎に独立に補正を行うと、フィルタが不安定になり易い。これに対し、本実施例におけるLSPは、次の(11)式で表される順序関係を満足する限り、フィルタが安定であることが保証されている。

【0066】

【数11】

※くは過去のLSPの平均値を内分値処理等で補正したLSP等を用いることができる。

【0058】

【数8】

★LPC9としてLPC合成フィルタ2に対して出力する。

【0060】第2のLSP補正手段10は、第1のLSP補正手段6と同様に、次の(9)式を用いて、LSP5と所定のLSPとの内分値を求め、得られたLSPを第2の補正LSP11として第2のLPC変換手段12に対して出力する。

【0061】

【数9】

$$0 < \omega_1 < \omega_2 < \dots < \omega_p < \pi \quad (11)$$

【0067】このように本実施例では、LSPを補正するように構成したので、周波数帯域毎に補正強度を変更する等の要求に応じた自由度の高い操作を行うことができる。本実施例の場合には、 ν と η の他に、所定のLSPを要求に応じて設計することにより、様々な特性の音声加工フィルタを実現することができる。また、補正の自由度が高いため、許容されるスペクトル傾斜の範囲内で、従来を上回る良好なホルマント強調効果を容易に得ることができる。

【0068】また、最近では、LSPをスペクトル情報として用いる音声符号化復号化システムが多いが、この音声符号化復号化システムに本実施例の構成を適用する場合は、スペクトルの再分析やパラメータ変換が不必要で良好な接続特性を得ることができる。

【0069】本実施例は、所定のLSPとして固定傾斜スペクトルを表すLSPを用いた場合、平坦スペクトルを表すLSPを用いた時の音声加工フィルタの特性に、ほぼ固定の傾斜特性を付与することができるため、ブライトネスを制御することができる。また、通常ホルマント強調処理に前後して行なわれる固定的な高域強調処理の特性を、この音声加工フィルタに含めてしまうことができるので、処理量を削減することができる。

【0070】本実施例は、所定のLSPとして平均雑音

15

スペクトルを表すLSPを内分値処理等で補正したLSPを用いた場合に、雑音スペクトル以外の音声スペクトルを若干強調することができるため、了解性を改善することができる。なお、平均雑音スペクトルを表すLSPは、雑音と判定した区間のLSPの平均値を用いればよい。また、所定のLSPとして過去の数個のLSPの平均値を内分値処理等で補正したLSPを用いた場合には、音声のスペクトルの変動分を強調することができるため、了解性を改善することができる。なお、平均雑音スペクトルを表すLSPと過去のLSPの平均値に対する補正処理は、それ程極端なスペクトル変動を加工合成音4に与えないように設定することが望ましい。所定のLSPを鈍らせることにより、極端なスペクトル変動を生じさせないようにして、音声加工フィルタの特性をそれ程極端に変動しないように設定することが望ましい。

【0071】次に、図3は図1に示す音声加工フィルタの特性を説明する対数パワースペクトル図である。図3において、上から順に、LSP5を用いた合成フィルタの対数パワースペクトルA、LPC合成フィルタ2の対数パワースペクトルB、LPC逆フィルタ3の逆特性の対数パワースペクトルC、LPC合成フィルタ2とLPC逆フィルタ3を合わせた特性の対数パワースペクトルDである。これを式で表すと、各々 $1/A(z)$ 、 $1/A_1(z)$ 、 $1/A_2(z)$ 、 $A_2(z)/A_1(z)$ の対数パワースペクトルとなり、一番下のLPC合成フィルタ2とLPC逆フィルタ3を合わせた特性の対数パワースペクトルDが音声加工フィルタの全体特性を示している。なお、 ρ と η には、各々0.5と0.8を用い、所定のLSPには、(8)式で示した平坦スペクトルを用いた場合である。

【0072】この図3から、図12の場合に比べ、スペクトルの山谷構造をある程度残したまま音声加工フィルタのスペクトルDが平坦化していることが判る。これから、図12の場合よりも良好なホルマント強調効果が得られていることが判る。また、図14の場合に比べても、スペクトルの山谷構造に関する歪が少ないことが判る。更に、図16の上から2番目のLPC合成フィルタ*

$$\omega_{h1} = (\omega_i + s_i) / s_{p+1} \times \pi \quad (i=1, \dots, p) \quad (13)$$

【0078】但し、 ω はLSP5、 ω_{h1} は、第1の補正LSP7を表し、 ω と s は、次の(14)、(15)式で表すことができる。

【0079】

【数14】

$$s_i = s_{i-1} + \max((\omega_i - \omega_{i-1}), th) \quad (i=1, \dots, p+1) \quad (15)$$

【0081】この(13)式による補正の内容を簡単に説明する。LSP5の隣接次元間距離がしきい値 t_h 未

16

*1002の対数パワースペクトルBと3番目のLPC逆フィルタ1003の逆特性の対数パワースペクトルCの特性を比較して明らかになった最も低い周波数のホルマントの移動と真ん中の2つのホルマントが1つにまとまる現象等は、この図3には観察されない。また、加工合成音の聞き比べを行ったところ、本実施例の音声加工フィルタを用いた場合は、従来問題であったブライツネス劣化が抑制され、独特の歪音や音色のふらつきも発生していないことを確認している。

10 【0073】実施例2. 次に、図4は本発明に係る実施例2の音声加工フィルタの構成を示すブロック図である。図4において、図1と同じ符号は、同一または相当部分を示し、2aはLPC合成フィルタであり、6aは第1のLSP補正手段である。この部分の動作は、実施例1と異なる。ここで、本実施例の音声加工フィルタを式で表すと、

【0074】

【数12】

$$H(z) = 1 / A_1(z) \quad (12)$$

20 【0075】となる。但し、(12)式において、 $1/A_1(z)$ は、図4におけるLPC合成フィルタ2と対応している。

【0076】以下、図4を用いて本実施例の音声加工フィルタの動作について説明する。まず、LSP5が第1のLSP補正手段6aに入力される。LSP5については、実施例1の図1で説明したものと同様、様々なものを適用することができる。第1のLSP補正手段6aは、次の(13)式を用いて、LSP5の隣接次元間距離を拡張し、得られたLSPを第1の補正LSP7として第1のLPC変換手段8に対して出力する。この(13)式は隣接次元間距離を拡張処理するための定義式の一例である。隣接次元間距離は、例えば図2において、0と ω_1 間の距離、隣接する次元の ω_i と ω_{i+1} 間の距離、 ω_p と π 間の距離を言う。

【0077】

【数13】

$$\omega_0 = 0, \quad \omega_{p+1} = \pi, \quad s_0 = 0 \quad (14)$$

【0080】

【数15】

満の場合に、その部分より高次のLSPを一括して上にずらすことで隣接次元間距離をしきい値 t_h にまで広

げ、全ての隣接次元に対する処理を行った結果、上にずらした合計距離分だけ、均等に全隣接次元間距離を縮めるといものである。なお、隣接次元間の距離が小さい部分を広げる処理であれば、上記構成に限るものではない。

【0082】そして、第1のLPC変換手段8は、第1の補正LSP7をLPC領域に変換し、得られたLPCを第1の補正LPC9としてLPC合成フィルタ2aに対して出力する。LPC合成フィルタ2は、この第1の補正LPC9を用いて合成音1に対してフィルタリング

を行い、得られた信号を加工合成音4として出力する。
【0083】このように、本実施例では、LSPを補正するように構成したので、フィルタの安定性を保証しつつ自由度の高い操作を行うことができるとともに、従来より少ないフィルタ数でも良好な音声加工フィルタ特性を実現することができる。また、従来と同等のホルマント強調効果を、少ない構成要素で実現することができる。更に、LSPをスペクトル情報として用いる音声符号化復号化システムに提供する場合、スペクトルの再分析やパラメータ変換が不必要で良好な接続特性を得ることができる。

【0084】次に、図5は図4に示す音声加工フィルタの特性を説明する対数パワースペクトル図である。図5において、上から順に、LSP5を用いた合成フィルタの対数パワースペクトルA、隣接次元間距離しきい値 t_h が0.3の時のLPC合成フィルタ2の対数パワースペクトルB、隣接次元間距離しきい値 t_h が0.4の時のLPC合成フィルタ2の対数パワースペクトルCである。これを式で表すと、各々 $1/A(z)$ 、 $1/A_1(z, t_h=0.3)$ 、 $1/A_1(z, t_h=0.4)$ の対数パワースペクトルとなり、下の2つの、 t_h が0.3の時のLPC合成フィルタ2の対数パワースペクトルBと、 t_h が0.4の時のLPC合成フィルタ2の対数パワースペクトルCとが音声加工フィルタの全体特性の一例を示している。この図5から、図12及び図14に比べ、特に遜色のない特性が、単一のLPCフィルタで構成されていることが判る。また、加工合成音の聞き比べを行ったところ、本実施例の音声加工フィルタを用いた場合、従来のものに比べて遜色のない音質が得られることを確認している。

【0085】なお、上記実施例2では、LSP5を1つの第1のLSP補正手段8で隣接次元間拡張処理を行う構成の場合を説明したが、本発明はこれのみに限定されるものではなく、実施例1と同様に、LSP5を2つのLSP補正手段に通して処理を行うように構成してもよい。この場合、実施例2の効果に加えて、一層音声加工フィルタの特性の自由度を増すことができる。また、逆に実施例1を、実施例2と同様にLSPを1つのLSP補正手段に通して処理を行うように構成してもよい。本発明においては、要は、LSP5を少なくとも1つ以上

のLSP補正手段に通して処理を行うように構成すればよい。

【0086】上記実施例1では、LSP5の補正を内分値処理のみで行う構成の場合を説明し、また、上記実施例2では、LSP5の補正を隣接次元間拡張処理のみで行う構成の場合を説明したが、本発明はこれのみに限定されるものではなく、第1、第2のLSP補正手段6、10におけるLSP5の補正を内分値処理と隣接次元間拡張処理の両方若しくはいずれか一方を選択して行うように構成してもよい。この場合、実施例1と実施例2の効果に加えて、一層音声加工フィルタの特性の自由度を増すことができる。内分値処理と隣接次元間拡張処理は、何れを先に行ってもよい。また、例えば、第1のLSP補正手段6と第2のLSP補正手段10のどちらか一方で内分値処理のみを行い、他方で隣接次元間拡張処理のみを行うように構成してもよい。なお、本発明は、上記組み合わせのみで限定されるものではなく、種々の組み合わせが考えられるのは言うまでもない。本発明は、上記実施例1、2の如く、LSP上でホルマントを鈍らせる効果を有する処理であれば、上記実施例1、2の内分値処理、隣接次元間拡張処理には限らず、内分値処理、隣接次元間拡張処理以外の他の補正処理を行うように構成してもよい。

【0087】上記各実施例においては、第1、第2のLSP補正手段6、10でLSP5を補正する際の補正係数をLSP5に基づいて分類したカテゴリ（各部分空間）毎に用意して切り替える等、適応的に制御するように構成してもよい。LSP5は、多次元のベクトルであるが、ここでのカテゴリは多次元のベクトル空間を考えた時に、その空間を領域毎に区切ったものを意味する。なお、この各部分空間であるカテゴリは、重なったものではなく、単独で存在している。また、補正手段は、各カテゴリ毎に用意してもよいし、補正係数のみを切り替えてもよい。この場合、ホルマント強調処理を強くした場合に歪音が発生するカテゴリの強調を弱める等の制御を行うことができるため、音声加工フィルタの特性を平均的に改善することができる。

【0088】上記各実施例においては、第1、第2のLSP補正手段6、10でLSP5補正を変換テーブルとして用意しておき、LSP5を用いてこのテーブルを参照して、読み出したテーブル値を第1、第2の補正LSP7、11として出力するように構成してもよい。この場合、補正処理の演算が複雑になった場合に、テーブル値化しておくことにより、処理時間を短縮することができる。例えば、図2の内分値処理の場合、所定のLSPを固定し、 ω_i を入力することで、予め計算しておいた ω_{h1i} をすぐにテーブルから読み出すことができる。

【0089】上記各実施例においては、第1、第2のLSP補正手段6、10での補正をニューラルネットワークを用いて行うように構成してもよい。ここで用いるニ

ユーラルネットワークは、予め上記各実施例の補正特性を学習しておく。この場合、補正処理の演算が複雑になった場合に、処理時間を短縮することができる。また、前述した予め変換テーブルを用意しておく場合よりもメモリ量を少なくすることができる。更に、前述したLSP5の補正係数をLSP5を基に分類したカテゴリ毎に用意して切り替える場合のカテゴリ境界と前述した予め変換テーブルを用意しておく場合のテーブルの参照値境界の歪を抑制することができる。ここで、カテゴリ境界の歪について説明する。あるカテゴリとあるカテゴリの境界の所でLSPの値が少し変動しただけで、補正が強くなったり、弱くなったりすることがある。即ち、カテゴリ境界の所で、補正係数が急に変わってしまうことがある。また、テーブルの場合も、境界の所で補正係数が急に変わることがある。これは、テーブルの分割が荒いと顕著になってくる傾向がある。

【0090】上記各実施例では、フィルタリングを全てLPCフィルタで行う構成の場合を説明したが、本発明はこれのみに限定されるものではなく、LPC以外のパラメータをフィルタ係数として用いるフィルタに変更して構成してもよい。例えば、第1、第2の補正LSP7、11を直接フィルタ係数とするLSPフィルタを用いるように構成すれば、第1、第2のLPC変換手段8、12を不要にすることができる。上記各実施例では、全て音声信号のLSPを用いて補正処理を行うように構成したが、本発明はこれのみに限定されるものではなく、音声信号のLSPを基に算出したLSPを用いて補正処理を行うように構成してもよい。この態様としては、例えば音声信号のLSPに対して隣接次元間拡張処理を行って得られたLSPを更に内分値処理を行う場合、音声信号のLSPに対して内分値処理を行って得られたLSPを更に隣接次元間拡張処理を行う場合等が挙げられる。また、その他の補正処理を1回以上行った場*

$$\phi_{h1} = \phi_i \times \nu_{(i \times i)}$$

【0095】但し、(16)式において、 ϕ はPARCOR14、 ϕ_{h1} は第1の補正PARCOR16を表している。 ϕ_i はPARCOR14の各次数の値、 $\nu_{(i \times i)}$ は各次数毎の所定の係数を表している。そして、第1のLPC変換手段17は、第1の補正PARCOR16をLPC領域に変換し、得られたLPCを第1の補正LPC9としてLPC合成フィルタ2に対して出力する。

$$\phi_{h2} = \phi_i \times \eta_{(i \times i)}$$

【0098】但し、 ϕ_{h2} は第2の補正PARCOR19を表し、 η と ν は、次の(18)式で表すことができ

* 合も含む。なお、ここでの音声信号のLSPには、入力音声のLSPの他、合成音を分析したLSPを用いる場合もある。

【0091】実施例3. 次に、図6は本発明に係る実施例3の音声加工フィルタの構成を示すブロック図である。図6において、図1と同一符号は、同一または相当部分を示し、14~16は各々PARCOR(偏自己相関係数)、第1のPARCOR補正手段、第1の補正PARCORであり、17~20は各々第1のLPC変換手段、第2のPARCOR補正手段、第2の補正PARCOR、第2のLPC変換手段である。ここで、本実施例の音声加工フィルタを式で表すと、前述した(6)式と同一となる。

【0092】以下、図6を用いて本実施例の音声加工フィルタの動作について説明する。まず、PARCOR14が第1のPARCOR補正手段15と第2のPARCOR補正手段18に各々入力される。ここで、PARCOR14としては、加工対象の合成音1を出力する音声復号化装置等の音声信号合成手段から、音声合成手段内で用いられたPARCORをそのまま入力する場合、音声合成手段内で用いられた他のスペクトルパラメータをPARCORに変換して入力する場合、合成音1を再分析してPARCORを算出しこれを入力する場合等の様々なものが挙げられる。

【0093】第1のPARCOR補正手段15は、次の(16)式を用い、PARCOR14の各次数毎に所定の係数を乗算して、得られたPARCORを第1の補正PARCOR16として第1のLPC変換手段17に対して出力する。この(16)式はPARCOR14の各次数毎に所定の係数を乗算する定義式の一例である。

【0094】

【数16】

$$(i=1, \dots, p) \quad (16)$$

※【0096】第2のPARCOR補正手段18は、第1のPARCOR補正手段15と同様に、次の(17)式を用いて、PARCOR14の各次数毎に所定の係数を乗算して、得られたPARCORを第2の補正PARCOR19として第2のLPC変換手段20に対して出力する。

【0097】

【数17】

$$(i=1, \dots, p) \quad (17)$$

る。

【0099】

【数18】

$$0 \leq \kappa \leq \nu < 1 \quad (18)$$

【0100】そして、第2のLPC変換手段20は、第2の補正PARCOR19をLPC領域に変換し、得られたLPCを第2の補正LPC13としてLPC逆フィルタ3に対して出力する。なお、PARCOR上でホルマントを鈍らせる効果を有する処理であれば、上記構成*

$$-1 < \phi_i < 1$$

【0103】このように、本実施例では、PARCORを補正するように構成したので、様々な補正方法を採用することができ、要求に応じた自由度の高い特性操作を得ることができる。また、補正の自由度が高いため、許容されるスペクトル傾斜の範囲で、従来を上回るホルマント強調効果が得られるように容易に設計することができる。更に、PARCORをスペクトル情報として用いる音声符号化復号化システムに適用する場合は、スペクトルの再分析やパラメータ変換が不必要で良好な接続特性を得ることができる。

【0104】次に、図7は図6に示す音声加工フィルタの特性を説明する対数パワースペクトル図である。図7において、上から順に、PARCOR14を用いた合成フィルタの対数パワースペクトルA、LPC合成フィルタ2の対数パワースペクトルB、LPC逆フィルタ3の逆特性の対数パワースペクトルC、LPC合成フィルタ2とLPC逆フィルタ3を合わせた特性の対数パワースペクトルDである。これを式で表すと、各々

$1/A(z)$, $1/A_1(z)$, $1/A_2(z)$, $A_2(z)/A_1(z)$ の対数パワースペクトルとなり、一番下のLPC合成フィルタ2とLPC逆フィルタ3を合わせた特性の対数パワースペクトルDが音声加工フィルタの全体特性を示している。なお、 ν と η には、各々0.98と0.9を用いた場合である。この図7から、図12の場合に比べて、ややスペクトルの山谷構造が強く現れていることが判る。また、加工合成音の聞き比べを行ったところ、本実施例1の音声加工フィルタを用いた場合は、独特の歪音や音色のふらつきも発生せず、良好なホルマント強調効果が得られることを確認している。

【0105】なお、上記実施例3では、PARCOR14を2つの第1、第2のPARCOR補正手段15、18に通して処理を行うように構成する場合について説明したが、本発明はこれのみに限定するものではなく、例えば第2のPARCOR補正手段18と第2のLPC変換手段20を削除し、LPC合成フィルタ2の出力信号を加工合成音4とする構成にしてもよい。この場合、上記実施例3の効果に加えて、構成要素を少なくすることができるため、処理量を削減することができる。本発明

*に限るものではない。

【0101】LSPと同様に、PARCORもフィルタの安定条件を保証しつつ補正が容易に行える利点を有する。PARCORは、次の(19)式で表される条件を満足する限りフィルタが安定であることが保証されている。

【0102】

【数19】

$$(i=1, \dots, p) \quad (19)$$

においては、要は、PARCOR14を少なくとも1つ以上のPARCOR補正手段に通して処理を行うように構成すればよい。

【0106】PARCOR14は補正する上記各実施例においては、第1、第2のPARCOR補正手段15、18の補正係数を、PARCOR14に基づいて分類したカテゴリ毎に用意して切り替える等、適応的に制御するように構成してもよい。この場合、ホルマント強調処理を強くした場合に歪音が発生するカテゴリの強調を弱める等の制御を行うことができるため、音声加工フィルタの特性を平均的に改善することができる。

【0107】PARCOR14を補正する上記各実施例においては、第1、第2のPARCOR補正手段15、18での補正を変換テーブルとして用意しておき、PARCOR14を用いてこのテーブルを参照して、読出したテーブル値を第1、第2の補正PARCOR16、19として出力するように構成してもよい。この場合、補正処理の演算が複雑になった場合に、処理時間を短縮することができる。

【0108】PARCOR14を補正する上記各実施例においては、第1、第2のPARCOR補正手段15、18での補正をニューラルネットワークを用いて行うように構成してもよい。ここで用いるニューラルネットワークは、予めPARCOR14を補正する上記各実施例の補正特性を学習しておく。この場合、補正処理の演算が複雑になった場合に、処理時間を短縮することができる。また、前述した予め変換テーブルを用意しておく場合よりもメモリ量を少なくすることができる。更に、前述したPARCOR14の補正係数をPARCOR14を基に分類したカテゴリ毎に用意して切り替える場合のカテゴリ境界と前述した予め変換テーブルを用意しておく場合のテーブルの参照値境界の歪を抑制することができる。

【0109】PARCOR14を補正する上記各実施例では、フィルタリングを全てLPCフィルタで行う構成の場合を説明したが、本発明はこれのみに限定されるものではなく、LPC以外のパラメータをフィルタ係数として用いるフィルタに変更して構成してもよい。例え

23

ば、第1、第2の補正PARCOR16, 19を直接フィルタ係数とするPARCORフィルタを用いるように構成すれば、第1、第2のLPC変換手段17, 20を不要にすることができる。

【0110】PARCOR14を補正する上記各実施例では、全て音声信号のPARCORを用いて補正処理を行うように構成したが、本発明はこれのみに限定されるものではなく、音声信号のPARCORを基に算出したPARCORを用いて補正処理を行うように構成してもよい。この様態としては、例えば音声信号のPARCORに対して各次数毎の乗算処理を行って得られたPARCORを更に各次数毎の乗算処理を行う場合等が挙げられる。また、その他の補正処理を1回以上行った場合も含む。なお、ここでの音声信号のPARCORには、入力音声のPARCORの他、合成音を分析したPARCORを用いる場合も含む。

【0111】実施例4. 図8は本発明に係る実施例4の音声加工フィルタの構成を示すブロック図である。図8において、図1と同一符号は、同一または相当部分を示し、21~24は、各々対数断面積比（LOG AREA RATIO）、第1の対数断面積比補正手段、第1の補正対数断面積比、第1のLPC変換手段であり、25~27は、各々第2の対数断面積比補正手段、第2の*

$$\phi_{h1} = \phi \times \nu^i$$

$$(i=1, \dots, p) \quad (20)$$

【0115】但し、(20)式において、 ϕ は対数断面積比21、 ϕ_{h1} は第1の補正対数断面積比23、 ν^i は、各次数毎の所定の係数を表している。そして、第1のLPC変換手段24は、第1の補正対数断面積比23をLPC領域に変換し、得られたLPCを第1の補正LPC9としてLPC合成フィルタ2に対して出力する。

【0116】第2の対数断面積比補正手段25は、第1※

$$\phi_{h2} = \phi \times \eta$$

$$(i=1, \dots, p) \quad (21)$$

【0118】但し、 ϕ_{h2} は第2の補正対数断面積26を表し、 η と ν は、次の(22)式で表すことができる。

【0119】

【数22】

$$0 \leq \eta \leq \nu < 1 \quad (22)$$

【0120】そして、第2のLPC変換手段27は、第2の補正対数断面積比26をLPC領域に変換し、得られたLPCを第2の補正LPC13としてLPC逆フィルタ3に対して出力する。なお、対数断面積比上でホルマントを鈍らせる効果を有する処理であれば、上記構成に限るものではない。

24

*補正対数断面積比、第2のLPC変換手段である。ここで、本実施例の音声加工フィルタを式で表すと、前述した(6)式と同一となる。

【0112】以下、図8を用いて本実施例の音声加工フィルタの動作について説明する。まず、対数断面積比21が第1の対数断面積比補正手段22と第2の対数断面積比補正手段25に各々入力される。ここで、対数断面積比21としては、加工対象の合成音1を出力した音声復号化装置等の音声合成手段から、音声合成手段内で用いられた対数断面積比をそのまま入力する場合、音声合成手段内で用いられた他のスペクトルパラメータを対数断面積比に変換して入力する場合、合成音1を再分析して対数断面積比を算出しこれを入力する場合等の様々なものが挙げられる。

【0113】第1の対数断面積比補正手段22は、次の(20)式を用い、対数断面積比21の各次数毎に所定の係数を乗算して、得られた対数断面積比を第1の補正対数断面積比23として第1のLPC変換手段24に対して出力する。この(20)式は、対数断面積比21の各次数毎に所定の係数を乗算する定義式の一例である。

【0114】

【数20】

※の対数断面積比補正手段22と同様に、次の(21)式を用いて、対数断面積比21の各次数毎に所定の係数の乗算して、得られた対数断面積比を第2の補正対数断面積比26として第2のLPC変換手段27に対して出力する。

【0117】

【数21】

【0121】対数断面積比は、フィルタの安定性が常に保証されている。このように、本実施例では、対数断面積比を補正するように構成したので、様々な補正方法が採用することができ、要求に応じた自由度の高い特性操作を得ることができる。また、補正の自由度が高いため、許容されるスペクトル傾斜の範囲内で、従来を上回るホルマント強調効果が得られるように容易に設計することができる。更に、対数断面積比をスペクトル情報として用いる音声符号化復号化システムに適用する場合は、スペクトルの再分析やパラメータ変換が不必要で良好な接続特性を得ることができる。

【0122】次に、図9は図8に示す音声加工フィルタ

の特性を説明する対数パワースペクトル図である。図9において、上から順に、対数断面積比21を用いた合成フィルタの対数パワースペクトルA、LPC合成フィルタ2の対数パワースペクトルB、LPC逆フィルタ3の逆特性の対数パワースペクトルC、LPC合成フィルタ2とLPC逆フィルタ3を合わせた特性の対数パワースペクトルDである。これを式で表すと、各々 $1/A(z)$ 、 $1/A_1(z)$ 、 $1/A_2(z)$ 、 $A_2(z)/A_1(z)$ の対数パワースペクトルとなり、一番下のLPC合成フィルタ2とLPC逆フィルタ3を合わせた特性の対数パワースペクトルDが音声加工フィルタの全体特性を示している。なお、 ν と η には、各々0.9と0.7を用いた場合である。

【0123】この図9から、図12の場合に比べ、スペクトルの山谷構造をある程度残したまま音声加工フィルタのスペクトルDが平坦化していることが判る。これから、図12の場合よりも良好なホルマント強調効果が得られていることが判る。また、図14の場合に比べても、スペクトルの山谷構造に関する歪が少ないことが判る。更に、図16の上から2番目のLPC合成フィルタ1002の対数パワースペクトルBと3番目のLPC逆フィルタ1003の逆特性の対数パワースペクトルCの特性を比較して明かになった真ん中の2つのホルマントが1つにまとまる現象等は、この図9には観察されない。また、加工合成音の聞き比べを行ったところ、本実施例の音声加工フィルタを用いた場合は、独特の歪みや音色のふらつきも発生せず、良好なホルマント強調効果が得られることを確認している。

【0124】なお、上記実施例4では、対数断面積比21を2つの第1、第2の対数断面積比補正手段22、25に通して処理を行うように構成する場合について説明したが、本発明はこれのみに限定されるものではなく、例えば第2の対数断面積比補正手段25と第2のLPC変換手段27を削除し、LPC合成フィルタ2の出力信号を加工合成音4とする構成にしてもよい。この場合、上記実施例4の効果に加えて、構成要素を少なくすることができるため、処理量を削減することができる。本発明においては、要は対数断面積比21を少なくとも1つ以上の対数断面積比補正手段に通して処理を行うように構成すればよい。

【0125】対数断面積比21を補正する上記各実施例においては、第1、第2の対数断面積比補正手段22、25の補正係数を、対数断面積比21に基づいて分類したカテゴリ毎に用意して切り替える等、適応的に制御するように構成してもよい。この場合、ホルマント強調処理を強くした場合に歪音が発生するカテゴリの強調を弱める等の制御を行うことができるため、音声加工フィルタの特性を平均的に改善することができる。

【0126】対数断面積比21を補正する上記各実施例においては、第1、第2の対数断面積比補正手段22、

25での補正を変換テーブルとして用意しておき、対数断面積比21を用いてこのテーブルを参照して、読出したテーブル値を第1、第2の補正対数断面積比23、26として出力するように構成してもよい。この場合、補正処理の演算が複雑になった場合に、処理時間を短縮することができる。

【0127】対数断面積比21を補正する上記各実施例においては、第1、第2の対数断面積比補正手段22、25での補正をニューラルネットワークを用いて行うように構成してもよい。ここで用いるニューラルネットワークは、予め対数断面積比21を補正する上記各実施例の補正特性を学習しておく。この場合、補正処理の演算が複雑になった場合に、処理時間を短縮することができる。前述した予め変換テーブルを用意しておく場合に比べてメモリ量を少なくすることができる。更に、前述した対数断面積比21の補正手段を対数断面積比21を基に分類したカテゴリ毎に用意して切り替える場合のカテゴリ境界と前述した予め変換テーブルを用意しておく場合のテーブルの参照値境界の歪を抑制することができる。

【0128】対数断面積比21を補正する上記各実施例では、フィルタリングを全てLPCフィルタで行う構成の場合を説明したが、本発明はこれのみに限定されるものではなく、LPC以外のパラメータをフィルタ係数として用いるフィルタに変更して構成してもよい。例えば、PARCORフィルタを用いるように構成すれば、第1、第2のLPC変換手段24、27をより処理量の少ないPARCOR変換手段に変更することができる。

【0129】対数断面積比21を補正する上記各実施例では、全て音声信号の対数断面積比を用いて補正処理を行うように構成したが、本発明はこれのみに限定されるものではなく、音声信号の対数断面積比を基に算出した対数断面積比を用いて補正処理を行うように構成してもよい。この態様としては、例えば音声信号の対数断面積比に対して各次数毎の乗算処理を行って得られた対数断面積比を更に各次数毎の乗算処理を行う場合等が挙げられる。また、その他の補正処理を1回以上行った場合も含む。なお、ここでの音声信号の対数断面積比は、入力音声の対数断面積比の他、合成音を分析した対数断面積比を用いる場合も含む。

【0130】LSP5を補正する上記各実施例で説明したLSP領域での補正によって得られたスペクトルパラメータによるフィルタリング、PARCOR14を補正する上記各実施例で説明したPARCOR領域での補正によって得られたスペクトルパラメータによるフィルタリング、対数断面積比21を補正する上記各実施例で説明した対数断面積比領域での補正によって得られたスペクトルパラメータによるフィルタリング、そして従来のLPCまたは自己相関係数領域での補正によって得られたスペクトルパラメータによるフィルタリングの中から2つ以上を組み合わせ、音声加工フィルタを構成して

もよい。

【0131】この場合、各々の補正処理だけでは実現できない自由度の高い、音声加工フィルタの特性制御を得ることができる。例えば、図12の上から2番目に示したLPC領域での補正によって得られた補正LPCを用いたLPC合成フィルタ2と、図7の上から3番目に示したPARCOR領域での補正によって得られた補正PARCORを用いたLPC逆フィルタ3を組み合わせた場合は、図12の一番下に示した音声加工フィルタの特性よりもスペクトル傾斜が少なく、図14の一番下に示した音、音声加工フィルタの特性よりもホルマント近傍の歪が少ない音声加工フィルタが得られる。

【0132】実施例5. 図10は本発明に係る実施例5の音声合成装置の構成を示すブロック図である。図5において、図1と同一の符号は同一または相当部分を示し、28~30は各々音源信号、合成手段、音声加工フィルタである。

【0133】以下、図10を用いて本実施例の音声合成装置の動作について説明する。まず、音源信号28が合成手段29に入力される。また、LSP5が合成手段29と音声加工フィルタ30に入力される。ここで、この音声合成装置が音声復号化装置内にある場合には、音源とスペクトルに関する符号を復号化し、音源信号28とLSP5とする。音源信号28は、LSP5をそのままフィルタ係数とするか、若しくはLSP5をLPC等の別領域に変換してフィルタ係数として、音源信号28を合成フィルタリングし、得られた合成音1を音声加工フィルタ30に出力する。音声加工フィルタ30は、LSP5を補正する上記各実施例の何れかの構成を有し、合成音1とLSP5を用いてホルマント強調処理を行い、得られた加工合成音4を出力する。なお、この音声加工フィルタ30の前、または後、若しくは前後に別の音声加工フィルタを挿入して、ピッチ強調処理、高域強調処理、他のホルマント強調処理等を行う構成を採ってもよい。このように構成することにより、LSP5を補正する上記各実施例のうち、所望の効果を有する音声合成を実現することができる。

【0134】なお、上記実施例5では、LSP5を補正する音声加工フィルタ30を設けて構成する場合について説明したが、本発明はこれのみに限定されるものではなく、例えばLSP5の代わりにPARCOR14を用い、音声加工フィルタ30としてPARCOR14を補正する上記各実施例の何れかの構成を採用して構成してもよいし、LSP5の代わりに対数断面積比21を用い、音声加工フィルタ30として対数断面積比21を補正する上記各実施例の何れかの構成を採用してもよい。更に、音声加工フィルタ30として上記実施例5の構成を採用し、必要なスペクトルパラメータをLSP5の代わりに入力する構成にしてもよい。このように構成することにより、PARCOR14または対数断面積比21

を補正する上記各実施例のうち、所望の効果を有する音声合成を実現することができる。

【0135】

【発明の効果】本発明によれば、音声信号のLSPに対して補正を行って得られた補正LSPを用いて、ホルマント強調処理を行うように構成したため、補正の際の安定性の保証が容易で、補正の自由度が高く、許容されるスペクトル傾斜の範囲内で良好なホルマント強調効果を得ることができるとともに、ホルマント構造に知覚レベルの歪を生じることなく、良好なホルマント強調効果を得ることができるという効果がある。しかも、補正の設定によっては、従来と同等のホルマント強調効果を、少ない構成要素で実現することができることに、LSPをスペクトル情報として用いる音声符号化復号化システムに適用する場合、スペクトルの再分析やパラメータ変換が不要で良好な接続特性を得ることができるという効果がある。

【0136】本発明によれば、音声信号のLSPに対する補正処理として、所定のLSPとの内分値を求める演算を行って得られた補正LSPを用いて、ホルマント強調処理を行うように構成したため、許容されるスペクトル傾斜の範囲内で良好なホルマント強調効果を得ることができるとともに、ホルマント構造に知覚レベルの歪を生じることなく、良好なホルマント強調効果を得ることができるという効果がある。また、所定のLSPを制御することにより、自由度を上げることができる。そして、この所定のLSPを適宜設定することにより、音声加工フィルタの特性にほぼ固定の傾斜特性を付与することができることに、通常ホルマント強調処理に前後して行なわれる固定的な高域強調処理の特性をこの音声加工フィルタに含めてしまうことができ、しかも雑音スペクトル以外の音声スペクトルを若干強調することができることに、音声のスペクトルの変動分を強調することができるため、ブライトネスの制御、処理量の削減、了解性の改善等を選択的に行うことができるという効果がある。更に、LSPをスペクトル情報として用いる音声符号化復号化システムに適用する場合、スペクトルの再分析やパラメータ変換が不要で良好な接続特性を得ることができるという効果がある。

【0137】本発明によれば、音声信号のLSPに対する補正処理として、隣接次元間の距離が所定値未満の部分を広げる処理を行って得られた補正LSPを用いて、ホルマント強調処理を行うように構成したため、許容されるスペクトル傾斜の範囲内で良好なホルマント強調効果を得ることができるとともに、ホルマント構造に知覚レベルの歪を生じることなく、良好なホルマント強調効果を得ることができるという効果がある。しかも、補正LSPのスペクトル傾斜を比較的平坦にすることができるため、従来と同等のホルマント強調効果を、少ない構成要素で実現することができることに、LSPをスペ

クトル情報として用いる音声符号化復号化システムに適用する場合、スペクトルの再分析やパラメータ変換が不必要で良好な接続特性を得ることができるという効果がある。

【0138】本発明によれば、音声信号のPARCORに対して行って得られた補正PARCORを用いて、ホルマント強調処理を行うように構成した、補正の際の安定性の保証が容易で、補正の自由度が高く、許容されるスペクトル傾斜の範囲内で良好なホルマント強調効果を得ることができるとともに、ホルマント構造に知覚レベルの歪を生じることなく、良好なホルマント強調効果を得ることができるという効果がある。しかも、PARCORをスペクトル情報として用いる音声符号化復号化システムに適用する場合、スペクトルの再分析やパラメータ変換が不必要で良好な接続特性を得ることができるという効果がある。

【0139】本発明によれば、音声信号のPARCORに対する補正処理として、各次数毎の乗算を行って得られた補正PARCORを用いて、ホルマント強調処理を行うように構成したため、補正の際の安定性の保証が容易で、補正の自由度が高く、許容されるスペクトル傾斜の範囲内で良好なホルマント強調効果を得ることができるとともに、ホルマント構造に知覚レベルの歪を生じることなく、良好なホルマント強調効果を得ることができるという効果がある。しかも、PARCORをスペクトル情報として用いる音声符号化復号化システムに適用する場合、スペクトルの再分析やパラメータ変換が不必要で良好な接続特性を得ることができるという効果がある。

【0140】本発明によれば、音声信号の対数断面積比に対して補正を行って得られた補正対数断面積比を用いて、ホルマント強調処理を行うように構成したため、補正による不安定化がなく、補正の自由度が高く、許容されるスペクトル傾斜の範囲内で良好なホルマント強調効果を得ることができるとともに、ホルマント構造に知覚レベルの歪を生じることなく、良好なホルマント強調効果を得ることができるという効果がある。しかも、対数断面積比をスペクトル情報として用いる音声符号化システムに適用する場合、スペクトルの再分析やパラメータ変換が不必要で良好な接続特性を得ることができるという効果がある。

【0141】本発明によれば、音声信号の対数断面積比に対する補正処理として、各次数毎の乗算を行って得られた補正対数断面積比を用いて、ホルマント強調処理を行うように構成したため、補正による不安定化がなく、補正の自由度が高く、許容されるスペクトル傾斜の範囲内で良好なホルマント強調効果を得ることができるとともに、ホルマント構造に知覚レベルの歪を生じることなく、良好なホルマント強調効果を得ることができるという効果がある。しかも、対数断面積比をスペクトル情報

として用いる音声符号化復号化システムに適用する場合、スペクトルの再分析やパラメータ変換が不必要で良好な接続特性を得ることができるという効果がある。

【0142】本発明によれば、上記した各々の音声加工フィルタを用いて、合成音声のホルマント強調処理を行うように構成したため、上記した各々の音声加工フィルタの効果のうち、所望の効果を有する音声合成を実現することができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係る実施例1の音声加工フィルタの構成を示すブロック図である。

【図2】 図1に示す第1の補正LSPを説明する説明図である。

【図3】 図1に示す音声加工装置フィルタの特性を説明する対数パワースペクトル図である。

【図4】 本発明に係る実施例2の音声加工フィルタの構成を示すブロック図である。

【図5】 図4に示す音声加工フィルタの特性を説明する対数パワースペクトル図である。

【図6】 本発明に係る実施例3の音声加工フィルタの構成を示すブロック図である。

【図7】 図6に示す音声加工フィルタの特性を説明する対数パワースペクトル図である。

【図8】 本発明に係る実施例4の音声加工フィルタの構成を示すブロック図である。

【図9】 図8に示す音声加工フィルタの特性を説明する対数パワースペクトル図である。

【図10】 本発明に係る実施例5の音声合成装置の構成を示すブロック図である。

【図11】 従来の音声加工フィルタの構成を示すブロック図である。

【図12】 図11に示す音声加工フィルタの特性を説明する対数パワースペクトル図である。

【図13】 従来の音声加工フィルタの構成を示すブロック図である。

【図14】 図13に示す音声加工フィルタの特性を説明する対数パワースペクトル図である。

【図15】 従来の音声加工フィルタの構成を示すブロック図である。

【図16】 図15に示す音声加工フィルタの特性を説明する対数パワースペクトル図である。

【図17】 従来の音声加工フィルタの構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

1 合成音、2、2a LPC合成フィルタ、3 LPC逆フィルタ、4 加工合成音、5 LSP、6、6a 第1のLSP補正手段、7 第1の補正LSP、8 第1のLPC変換手段、9 第1の補正LPC、10 第2のLSP補正手段、11 第2の補正LSP、12 第2のLPC変換手段、13 第2の補正LPC、1

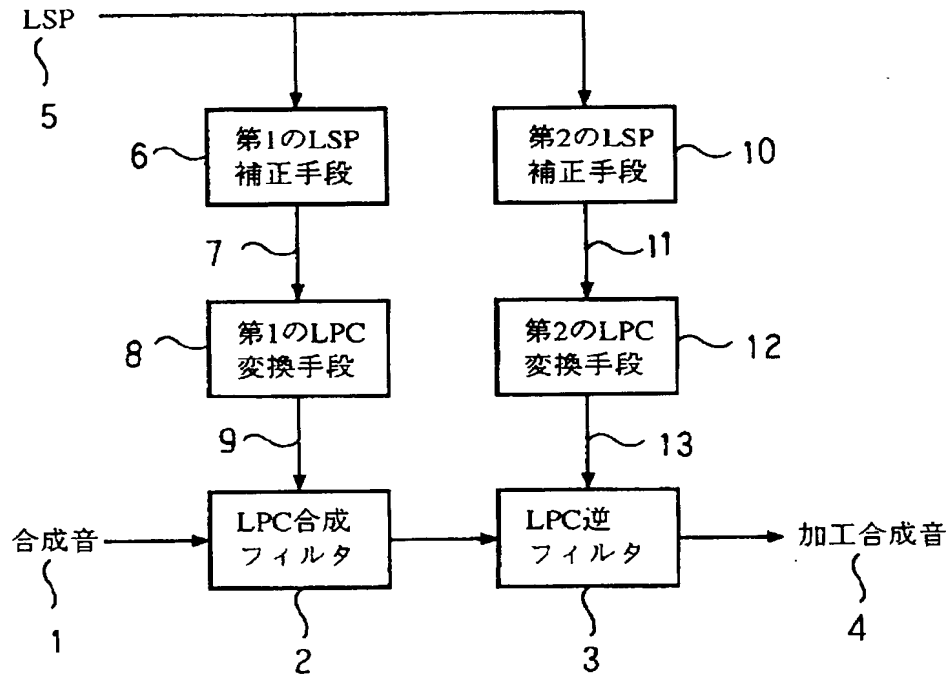
31

32

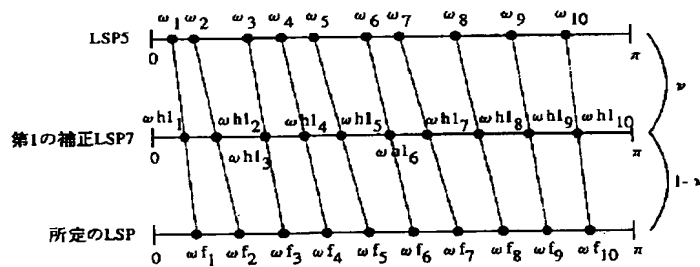
4 PARCOR、15 第1のPARCOR補正手段、16 第1の補正PARCOR、17 第1のLPC変換手段、18 第2のPARCOR補正手段、19 第2の補正PARCOR、20 第2のLPC変換手段、21 対数断面積比、22 第1の対数断面積比補

正手段、23 第1の補正対数断面積比、24 第1のLPC変換手段、25 第2の対数断面積比補正手段、26 第2の補正対数断面積比、27 第2のLPC変換手段、28 音源信号、29 合成手段、30 音声加工フィルタ。

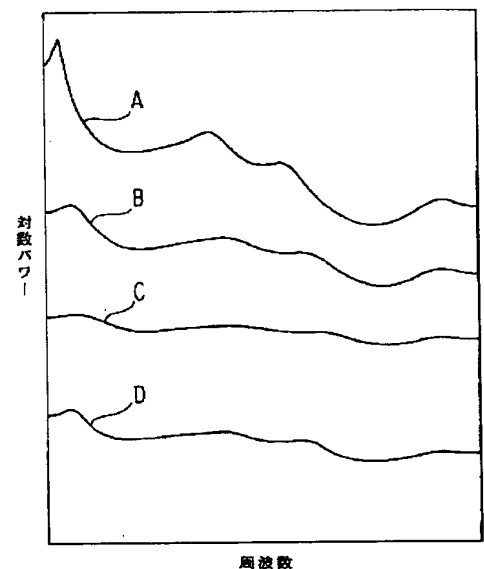
【図1】



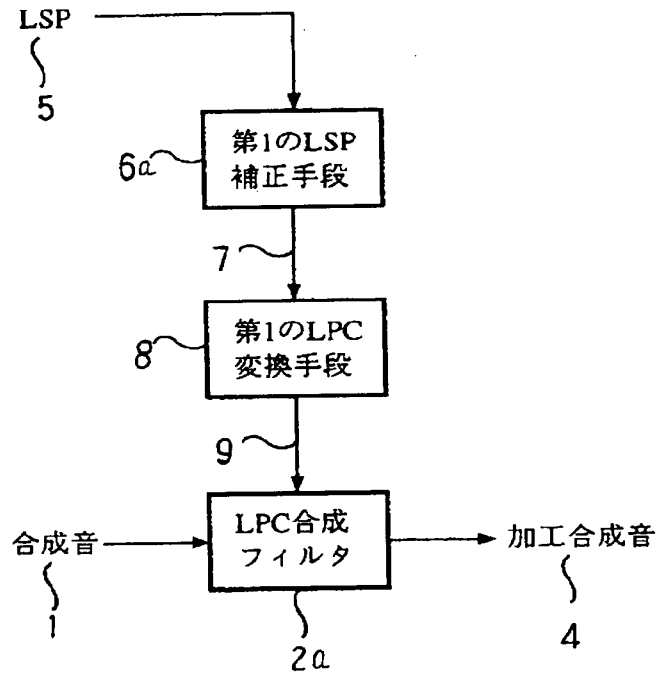
【図2】



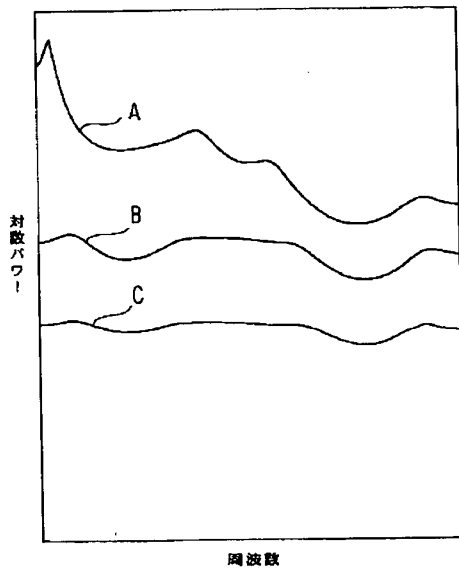
【図3】



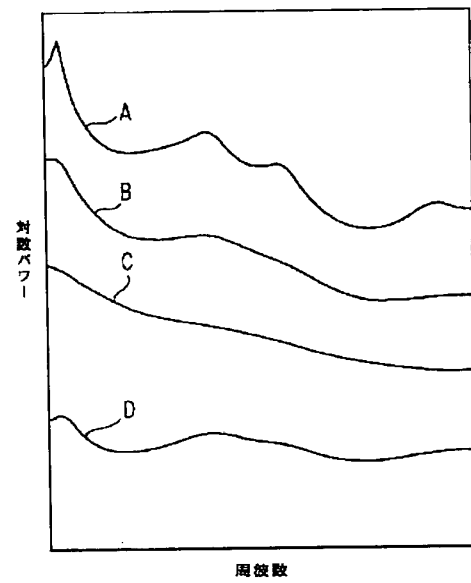
【図4】



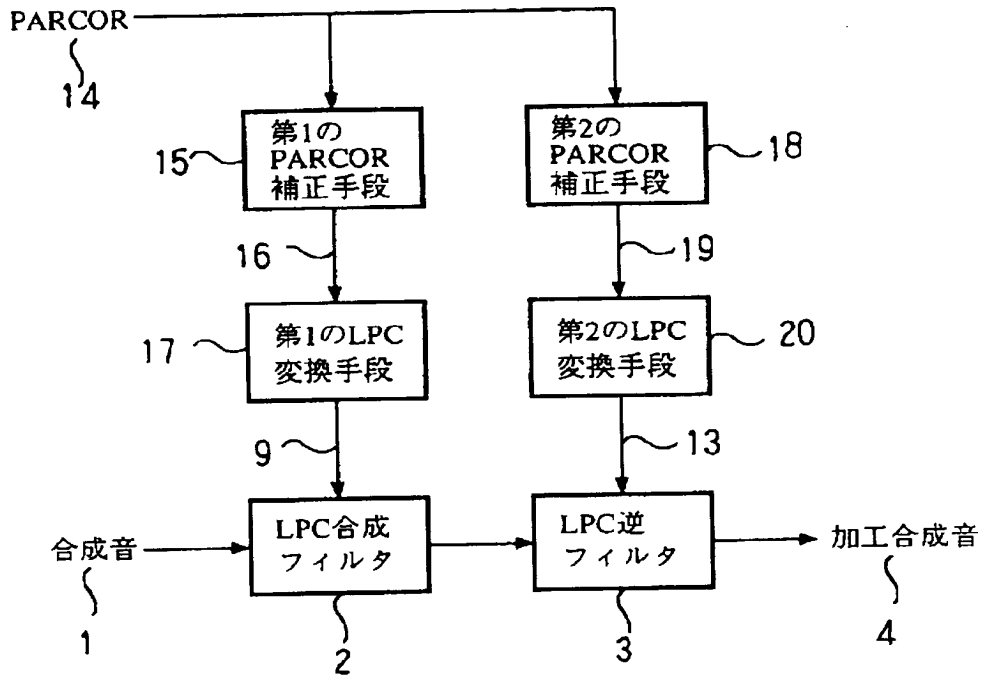
【図5】



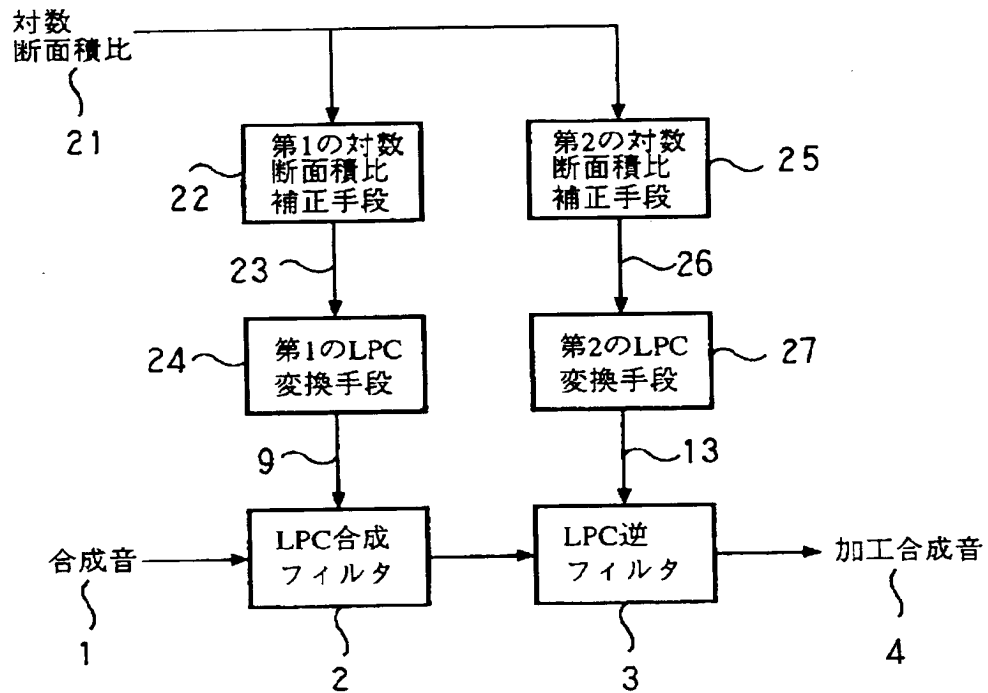
【図7】



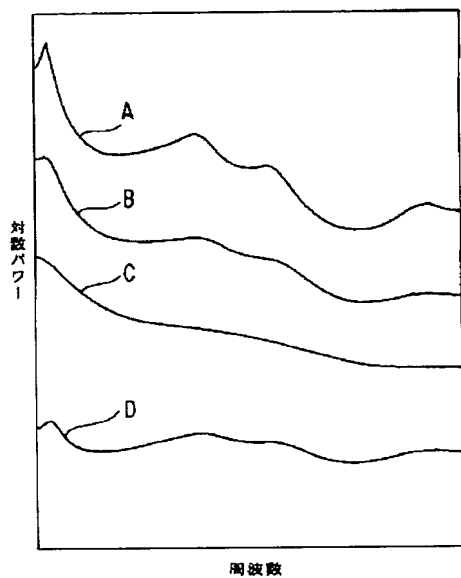
【図6】



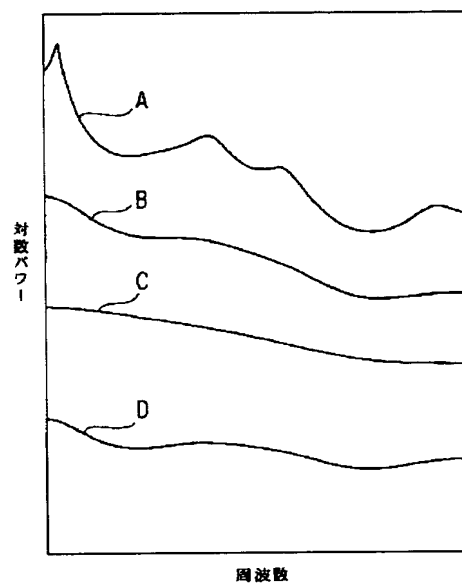
【図8】



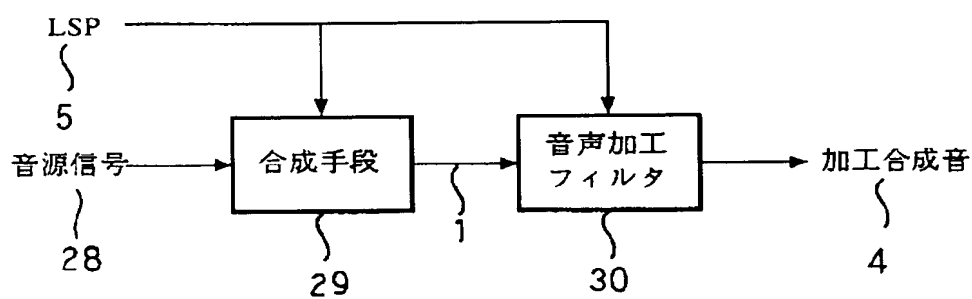
【図9】



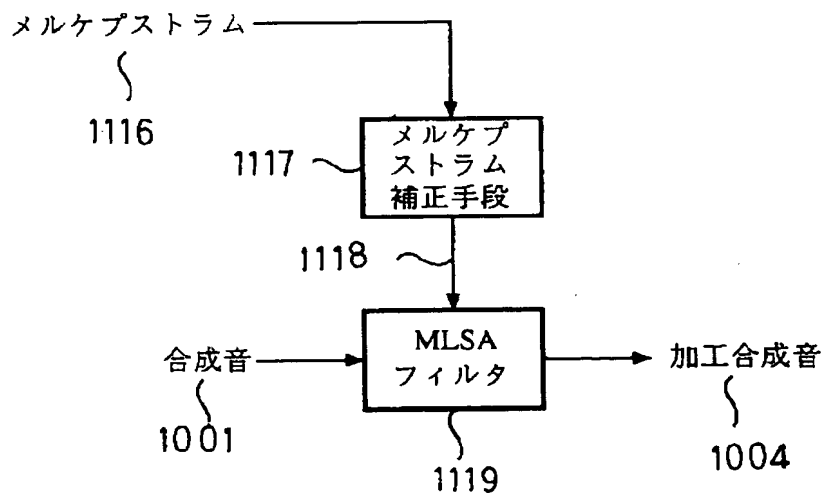
【図12】



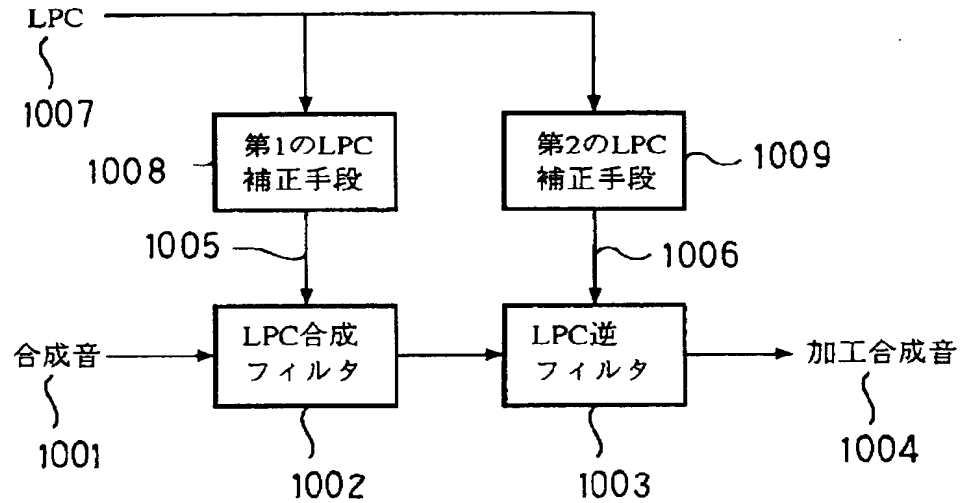
【図10】



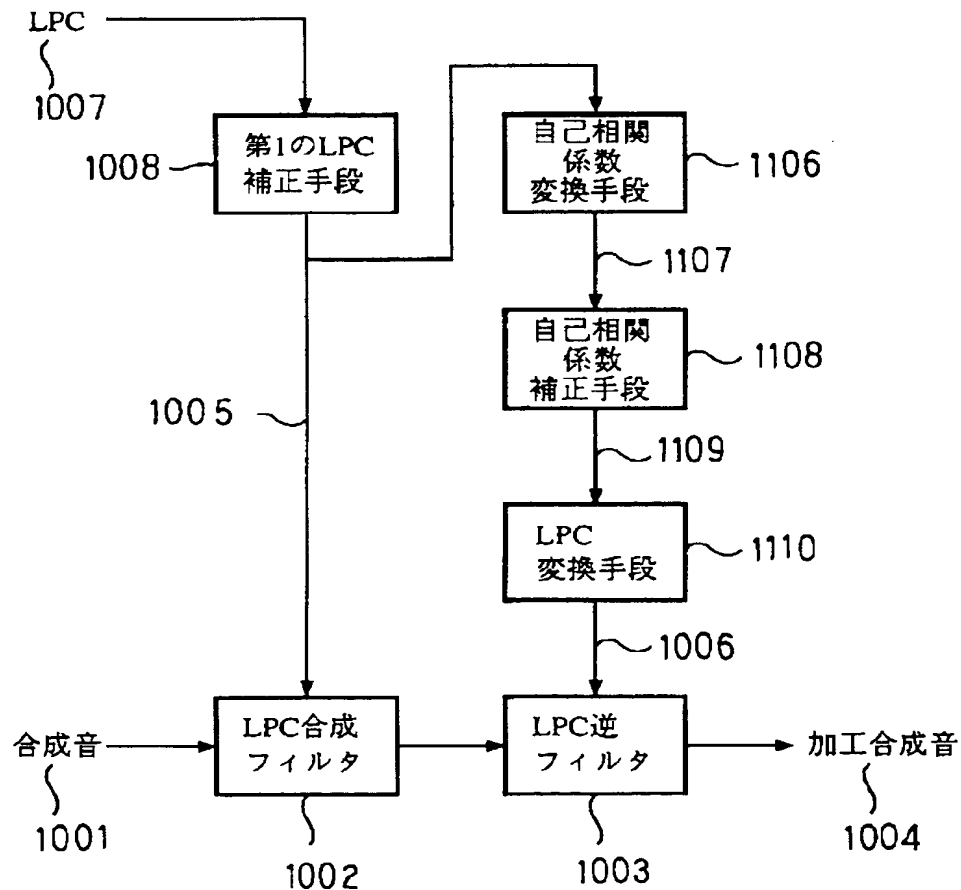
【図17】



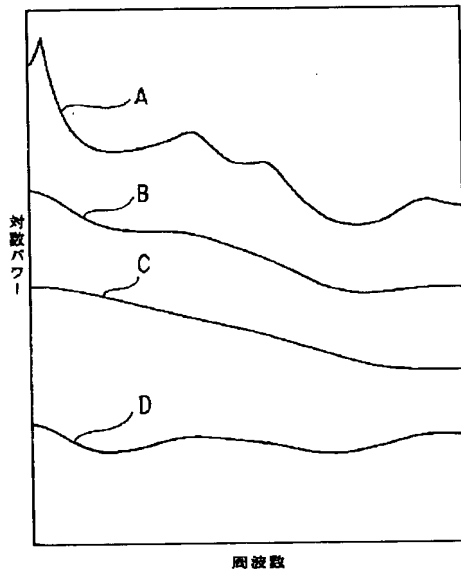
【図11】



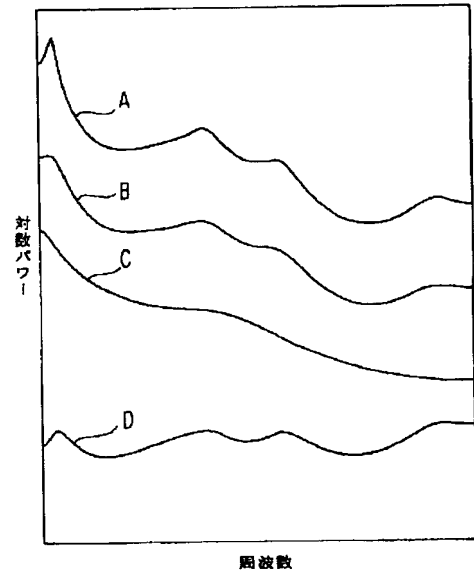
【図13】



【図14】



【図16】



【図15】

